

**TINJAUAN KUAT TEKAN DAN KERUNTUHAN BALOK BETON
BERTULANG MENGGUNAKAN TRAS JATYOSO SEBAGAI
PENGANTI PASIR**

Naskah Publikasi

untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat sarjana S-1 Teknik Sipil



diajukan oleh :

Hartono
NIM : D 100 080 009

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2014**

LEMBAR PENGESAHAN

TINJAUAN KUAT TEKAN DAN KERUNTUHAN BALOK BETON
BERTULANG MENGGUNAKAN TRAS JATYOSO SEBAGAI
PENGANTI PASIR

Naskah Publikasi

diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran
Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji
Pada tanggal :

diajukan oleh :

Hartono
NIM : D 100 080 009

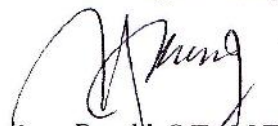
Susunan Dewan Penguji :

Pembimbing Utama



Ir. H. Aliem Sudjarmiko, M.T.
NIP. 131683033

Pembimbing Pendamping



Basuki, S.T., M.T.
NIK. 783

ABSTRAKSI

TINJAUAN KUAT TEKAN DAN KERUNTUHAN BALOK BETON BERTULANG MENGGUNAKAN TRAS JATYOSO SEBAGAI PENGANTI PASIR

Beton mempunyai kuat tekan sangat tinggi, tetapi kuat tarik sangat rendah. maka kita beri dengan batang baja tulangan sehingga beton dapat menahan kuat tarik, Fungsi bahan pengganti yaitu sebagai bahan alternative atau untuk menghemat biaya Pemanfaatan Tras sebagai bahan tambah dalam campuran beton merupakan salah satu usaha untuk mengurangi pemakaian agregat halus guna mengurangi biaya karena tras dapat digunakan sebagai pengganti agregat halus. penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan dan keruntuhan yang terjadi pada balok beton bertulang dengan Tras sebagai pengganti sebagian agregat halus dengan nilai f_{cs} 0,45 pada umur pengujian 28 hari, variasi pemakaian Tras : 0%, 20%, 40%, 60%, Benda uji berupa silinder beton diameter = 15 cm, h = 30 cm dan balok beton ukuran (10 x 15 x 100) cm³ dan tulangan diameter = 6 mm dan begel diameter = 4 mm Metode perancangan campuran adukan beton menggunakan metode *American Concrete Institute*, hasil pengujian kuat tekan silinder beton pada beton normal menghasilkan kuat tekan sebesar 25,394 MPa Penambahan tras rata-rata mengakibatkan kekuatan beton meningkat, peningkatan maksimal tercapai pada variasi penambahan tras 20% sebesar 26,172 MPa, dan setelah variasi tras 20% kekuatan beton cenderung mengalami penurunan Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa kuat tekan maksimal beton terdapat pada variasi tras 20% atau mengalami peningkatan sebesar 3,05% dari beton normal, penambahan tras melebihi 20% terhadap pasir akan menyebabkan penurunan kuat tekan beton dari kuat tekan maksimal, dan hasil pengujian kuat lentur balok beton pada beton normal menghasilkan kuat lentur sebesar 4,687 kN Kekuatann maksimal tercapai pada variasi penambahan tras 20% sebesar 4,781 kN dan setelah variasi tras 20% kekuatan beton cenderung mengalami penurunan Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa kuat lentur maksimal beton terdapat pada variasi tras 20% atau mengalami peningkatan sebesar 2,13% dari beton normal, momen lentur dari pengujian lebih besar disbanding momen lentur teoritis.

Kata kunci : Kuat lentur beton, Tras, Kuat tekan beton.

PENDAHULUAN

Pada jaman modern sekarang ini perkembangan dibidang konstruksi bangunan semakin berkembang. Beton digunakan dalam semua aspek ilmu teknik sipil. Pada kondisi beton kuat tariknya sangat rendah, beton dapat diperkuat dengan batang baja tulangan sehingga terbentuk suatu struktur komposit. Agregat dapat dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan sumbernya, yaitu agregat alam dan agregat buatan (pecahan). penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan dan keruntuhan yang terjadi pada balok beton bertulang dengan Tras sebagai pengganti sebagian agregat halus dengan nilai fas 0,45 pada umur pengujian 28 hari.

Berdasarkan uraian pada bagian latar belakang, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah berapakah kuat tekan beton maksimal, beban runtuh maksimal pada balok beton bertulang dan jenis keruntuhan apakah yang terjadi pada balok beton bertulang dengan Tras sebagai pengganti sebagian agregat halus.

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Metode perancangan campuran adukan beton dengan menggunakan metode *American Concrete Institute*.
3. Ketentuan bahan yang digunakan penelitian, antara lain :
 - a. Semen yang digunakan yaitu semen *Portland* jenis I dengan merk Gresik.
 - b. Agregat halus (pasir) berasal dari Merapi.
 - c. Agregat kasar (batu pecah) berasal dari Tirtomoyo, Wonogiri.
 - d. Air yang digunakan dari Laboratorium Bahan Bangunan, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
4. Variasi pemakaian Tras : 0%, 20%, 40%, 60%, dari berat

pasir/agregat halus yang digunakan dalam perancangan adukan beton..

5. Benda uji beton normal dibuat 4 benda uji dan benda uji beton variasi Tras dibuat 4 benda uji.
6. Benda uji berupa silinder beton diameter = 15 cm, h = 30 cm dan balok beton dengan ukuran = (10 x 15 x 100) cm³ dan tulangan diameter = 6 mm berjumlah 4 batang tiap sampel dan begel diameter = 4 mm.
7. Nilai faktor air semen yaitu 0,45.
8. Umur beton yang diuji adalah 28 hari.
9. Kuat tekan rencana beton adalah $f'_c = 25 \text{ MPa}$
10. Jumlah benda uji silinder beton 16 benda uji dan balok beton 16 benda uji.
11. Tinjauan analisis penelitian beton adalah kuat tekan pada beton dan keruntuhan pada balok beton bertulang.

TINJAUAN PUSTAKA

Beton (*concrete*) adalah bahan untuk membentuk struktur bangunan yang terdiri dari campuran semen *portland*, air dan agregat

(agregat kasar dan agregat halus).

Parameter yang mempengaruhi kekuatan beton yaitu kualitas semen, proporsi semen terhadap campuran, kekuatan dan kebersihan agregat, interaksi antara pasta semen dengan agregat, pencampuran yang cukup dari bahan pembentuk beton, penempatan yang benar dan pemadatan beton, perawatan beton, dan kandungan klorida tidak melebihi 0,15% dalam beton yang diekspose dan 1% bagi beton yang tidak diekspose (Mulyono, 2004). Bahan pengganti sebagai bahan alternative atau untuk menghemat biaya. Pemanfaatan Tras sebagai bahan tambah dalam campuran beton merupakan salah satu usaha untuk mengurangi pemakaian agregat halus guna mengurangi biaya karena tras dapat digunakan sebagai pengganti agregat halus.

Kegunaan tras adalah untuk bahan baku batako, industri semen, campuran bahan bangunan dan semen alam. Pada saat ini belum dimanfaatkan secara optimal, namun secara lokal telah dimanfaatkan penduduk untuk pembuatan batako.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini digunakan metode eksperimental laboratorium adalah dengan melakukan berbagai macam pengujian sehubungan dengan data-data yang direncanakan. Penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Obyek dari penelitian ini adalah kuat tekan beton dan kuat lentur balok beton bertulang menggunakan Tras sebagai pengganti sebagian agregat halus dengan nilai f_{as} 0,45 pada umur pengujian 28 hari.

Pada penelitian ini dilaksanakan terbagi atas empat tahap, seperti yang digambarkan bagan alir tahapan penelitian

1. Tahap I :

Sebelum dilakukan pembuatan campuran beton maka pada tahap ini dilakukan uji bahan dasar beton yang berupa agregat kasar dan halus. Pemeriksaan ini meliputi pengujian kandungan lumpur pasir, pengujian kandungan bahan organik pasir, pengujian *SSD* pasir, pemeriksaan *specific gravity* dan *absorpsi* pasir dan batu pecah, pengujian gradasi pasir dan batu pecah, pemeriksaan berat satuan volume batu pecah, pengujian keausan batu pecah.

2. Tahap II :

Tahap ini merupakan tahap perencanaan campuran beton, pembuatan benda uji dan perawatan beton. Perbandingan jumlah proporsi bahan campuran beton dihitung dengan menggunakan Metode *American Concrete Institute* (ACI).

3. Tahap III :

Dilakukan pengujian kuat tekan dan kuat lentur beton benda uji yang dilakukan setelah beton berumur 28 hari.

4. Tahap IV :

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada tahap III dilakukan analisis data. Analisis data merupakan pembahasan hasil penelitian, kemudian dari langkah tersebut dapat diambil kesimpulan dan saran penelitian.

HASIL PENELITIAN

1. Pengujian agregat halus (pasir)

Tabel .1. Hasil pengujian agregat halus

Jenis pemeriksaan	Hasil pemeriksaan pasir	Hasil pemeriksaan tras
Berat jenis <i>bulk</i>	2,46 t/m ³	2,425 t/m ³
Berat jenis SSD	2,56 t/m ³	2,5 t/m ³
Berat jenis semu	2,74 t/m ³	2,6 t/m ³
Penyerapan (<i>absorpsi</i>)	4,17 %	3,092 %
Kandungan lumpur	3,76 %	5,36 %
Kandungan organik	Kuning muda	Kuning muda
<i>Saturated surface dry</i>	1,22 cm	0,47 cm
Modulus halus butir	2,5	2,56

Dari hasil pengujian tras terdapat yang tidak memenuhi syarat bahan sebagai bahan penyusun beton. Kandungan lumpur pada tras sebesar 5,36%, maka dari itu, tras yang berasal dari Jatiyoso, Karanganyar perlu dicuci terlebih dahulu untuk menurunkan nilai kandungan lumpur tersebut.

Tabel .2. Hasil pengujian agregat kasar

Jenis pemeriksaan	Hasil pemeriksaan	Persyaratan
Keausan agregat	22,75 %	<40% (SNI 2417-2008)
Berat jenis <i>bulk</i>	2,5 t/m ³	-
Berat jenis SSD	2,53 t/m ³	-
Berat jenis semu	2,57 t/m ³	-
Penyerapan (<i>absorpsi</i>)	1,03 %	-
Berat satuan kerikil	1,39 t/m ³	-
Kandungan lumpur	0,18 %	<1% (SNI 03-2461-2002)

Dari hasil pengujian agregat kasar memenuhi syarat bahan sebagai bahan penyusun beton. Maka dari itu, agregat kasar yang berasal dari wonogiri dapat digunakan dalam campuran adukan beton pada penelitian ini.

Tabel .3.Hasil pengujian *slump*

Fas	Tras %	Nilai Slam (cm)	Slam rencana (cm)	Keterangan
0,45	0	11,5	7,5 - 15	Memenuhi Persyaratan
	20	12	7,5 - 15	Memenuhi Persyaratan
	40	11	7,5 - 15	Memenuhi Persyaratan
	60	12,5	7,5 - 15	Memenuhi Persyaratan

Hasil pengujian *slump* Dari hasil pengujian *slump*, sudah sesuai rencana dan nilai *slump* antara 11-12,5 cm. Sehingga campuran adukan beton sudah memenuhi syarat.

Tabel .4.Hasil pengujian berat jenis selinder beton

Fas	Tras (%)	Berat (gr)	Berat jenis (gr/cm ³)	Berat jenis rata-rata
0.45	0	11995	2.263	2.290
		12140	2.290	
		12365	2.332	
		12070	2.277	
	20	12090	2.281	2.365
		12730	2.401	
		12675	2.391	
		12665	2.389	
0.45	40	12015	2.266	2.308
		12425	2.344	
		12410	2.341	
		12090	2.281	
	60	12130	2.288	2.282
		12215	2.304	
		11965	2.257	
		12075	2.278	

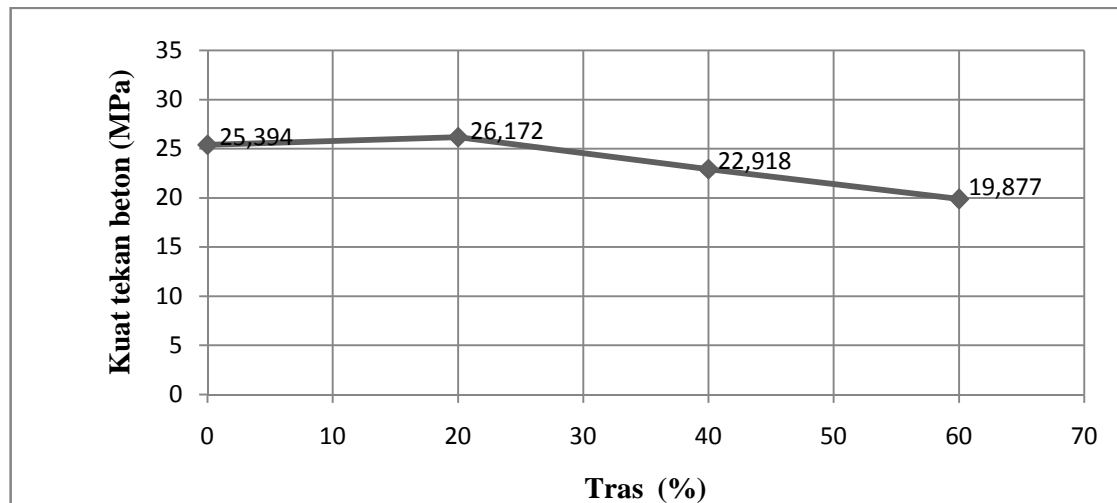
Tabel .5. Hasil pengujian berat jenis balok beton

Fas	Tras (%)	Berat (gr)	Berat jenis (gr/cm ³)	Berat jenis rata-rata
0.45	0	36365	2.424	2.445
		36625	2.442	
		37480	2.499	
		36250	2.417	
	20	39425	2.628	2.586
		37985	2.532	
		39715	2.648	
		38023	2.535	
	40	40150	2.677	2.585
		38630	2.575	
		36965	2.464	
		39365	2.624	
	60	37720	2.515	2.585
		39475	2.632	
		39810	2.654	
		38095	2.540	

duntuk silinder beton yaitu 2,290; 2,365; 2,308; 2,282 gr/cm³, dan untuk balok beton yaitu 2,445; 2,586; 2,585; 2,585 gr/cm³

Tabel .6. Hasil pengujian kuat tekan beton

Tras (%)	Diameter benda uji (cm)	Luas permukaan benda uji (cm ²)	Beban maksimum (kg)	Kuat tekan maksimum (kg/cm ³)	Kuat tekan maksimum (MPa)	Kuat tekan maksimum rata-rata (MPa)
0	15	176.715	44000	248.988	24.899	25.394
			46000	260.306	26.031	
			44500	251.818	25.182	
			45000	254.647	25.465	
20	15	176.715	46000	260.306	26.031	26.172
			47000	265.965	26.596	
			45500	257.477	25.748	
			46500	263.136	26.314	
40	15	176.715	41500	234.841	23.484	22.918
			41000	232.012	23.201	
			40500	229.183	22.918	
			39000	220.694	22.069	
60	15	176.715	36000	203.718	20.372	19.877
			35000	198.059	19.806	
			34000	192.400	19.240	
			35500	200.888	20.089	



Gambar .1. Hubungan kuat tekan beton dengan persentase tras pada fas 0,45 umur 28 hari.

hasil pengujian kuat tekan silinder beton pada beton normal menghasilkan kuat tekan sebesar 25,394 MPa. Penambahan tras rata-rata mengakibatkan kekuatan beton meningkat, peningkatan maksimal tercapai pada variasi penambahan tras 20% sebesar 26,172 MPa, dan setelah variasi tras 20% kekuatan beton cenderung mengalami penurunan. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa kuat tekan maksimal beton terdapat pada variasi tras 20% , atau mengalami peningkatan sebesar 3,05% dari beton normal.

Table .7.Hasil selisih kuat tekan beton

tras %	kuat tekan rata-rata (MPa)	kuat tekan beton normal		%	keterangan
0	25.394	25.394	0	0	-
20	26.172		0.778	3.0637	meningkat
40	22.918		-2.476	-9.75	menurun
60	19.877		-5.517	-21.73	menurun

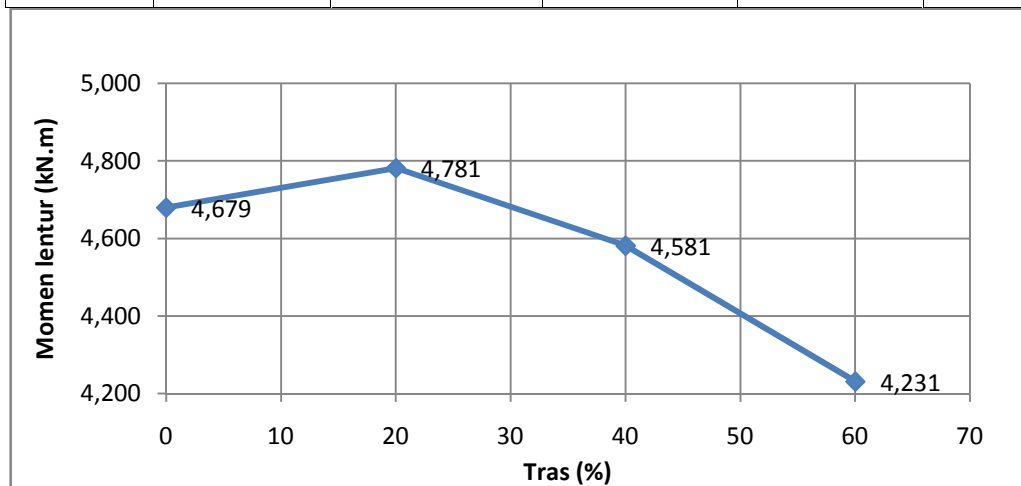
Tabel .8. Hasil pengujian kuat tarik baja dengan diameter 6 mm

No	Diameter (mm)	Luas (mm ²)	P _{leleh} (N)	P _{putus} (N)	f _y (MPa)	f _{maks} (MPa)
1	6	28,26	8000	10300	283,086	364,473
2	6	28,26	7600	9900	268,931	350,318
3	6	28,26	7600	9950	268,931	352,088
Rata-rata					273,649	355,626

Berdasarkan hasil pengujian kuat tarik baja dapat diambil kesimpulan, mutu baja (f_y) sebesar 273,649 MPa. Baja yang digunakan polos dengan diameter 6 mm mendapatkan nilai $f_{maks} = 355,626$ MPa

Tabel .9. Hasil pengujian kuat lentur beton

tras (%)	q_{Dbalok} (kN/m')	Beban maksimum (kN)	Momen lentur (kN-m)		Jenis keruntuhan
			Benda uji	Rata-rata	
0	0.3668	20	4.029	4.679	lentur
	0.3668	24	4.829		lentur
	0.3668	24.5	4.929		lentur
	0.3668	24.5	4.929		lentur
20	0.3879	23	4.631	4.781	lentur
	0.3879	24	4.831		lentur
	0.3879	23.5	4.731		lentur
	0.3879	24.5	4.931		lentur
40	0.3878	24	4.831	4.581	lentur
	0.3878	23	4.631		lentur
	0.3878	22.5	4.531		lentur
	0.3878	21.5	4.331		lentur
60	0.3878	21	4.231	4.231	lentur
	0.3878	22	4.431		lentur
	0.3878	21	4.231		lentur
	0.3878	20	4.031		lentur



Gambar .2. Hubungan kuat lentur beton dengan persentase tras pada fas 0,45 umur 28 hari.

hasil pengujian kuat lentur balok beton pada beton normal menghasilkan kuat lentur sebesar 4,679 kNm. Kekuatann maksimal tercapai pada variasi

penambahan tras 20% sebesar 4,781 kNm, dan setelah variasi tras 20% kekuatan beton cenderung mengalami penurunan. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa kuat lentur maksimal beton terdapat pada variasi tras 20% , atau mengalami peningkatan sebesar 2,13% dari beton normal.

2. Kuat lentur berdasarkan hasil teoritis

Dari hasil perhitungan momen rencana balok (penampang balok dengan tulangan rangkap), diperoleh momen tiap benda uji. Data yang dibutuhkan untuk menghitung momen rencana yaitu: dimensi balok (b,h,d,ds'), mutu bahan (f_c' , f_y), dan tulangan terpasang (A_s , A_s'). Untuk data mutu bahan didapatkan dari hasil uji kuat tekan beton dan hasil uji kuat tarik baja.

Proses perhitungan M_r balok beton bertulang dilakukan dengan langkah sebagai berikut (Asroni,2010) :

a. Data yang diketahui yaitu :

Lebar balok (b) = 100 mm

Tinggi balok (h) = 150 mm

Tinggi efektif (d) = 130 mm

Selimut beton (d_s') = 20 mm

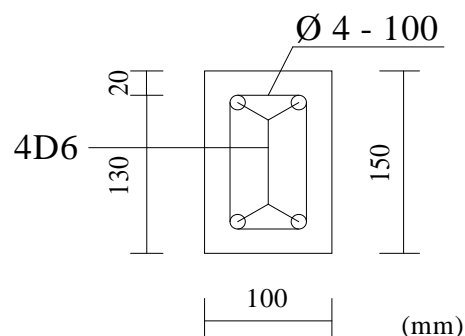
Mutu beton (f_c') = 25,394 MPa

Mutu baja (f_y) = 273,649 MPa

Tulangan yang terpasang = 4 diameter 6 mm

Luas tulangan tekan (A_s) = 113,04 mm²

Luas tulangan tarik (A_s') = 113,04 mm²



b. Menghitung nilai a dan $a_{min \text{ leleh}}$ yaitu :

$$a = \frac{(A_s - A_s') \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{(113,04 - 113,04) \cdot 273,649}{0,85 \cdot 25,394 \cdot 100} = 0 \text{ mm}$$

$$a_{min \text{ leleh}} = \frac{600 \cdot S_1 \cdot d_s'}{600 - f_y} = \frac{600 \cdot 0,85 \cdot 20}{600 - 273,649} = 31,255 \text{ mm}$$

c. Menghitung $a < a_{min \text{ leleh}}$ berarti tulangan tekan belum leleh, nilai a dihitung kembali yaitu :

$$p = \frac{600 \cdot A_s' - A_s \cdot f_y}{1,7 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{600 \cdot 113,04 - 113,04 \cdot 273,649}{1,7 \cdot 25,394 \cdot 100} = 8,545$$

$$q = \frac{600 \cdot s_1 \cdot A_s' \cdot d_s'}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{600 \cdot 0,85 \cdot 113,04 \cdot 20}{0,85 \cdot 25,394 \cdot 100} = 534,17$$

$$a = (\sqrt{p^2 + q}) - p = (\sqrt{8,545^2 + 534,17}) - 8,545 = 16,096 \text{ mm}$$

$$f_s' = \frac{a - s_1 \cdot d_s'}{a} \times 600 = \frac{16,096 - 0,85 \cdot 20}{16,096} \times 600 = -33,731 \text{ MPa}$$

Nilai f_s' yang dihasilkan negatif, maka nilai f_s' yang digunakan = 0

$$\begin{aligned} M_{nc} &= 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b \cdot (d - a/2) \\ &= 0,85 \cdot 25,394 \cdot 16,096 \cdot 100 \cdot (130 - 16,096/2) = 4236963.796 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ns} &= A_s' \cdot f_s' \cdot (d - d_s') \\ &= 113,04 \cdot 0 \cdot (130 - 20) = 0 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_n &= M_{nc} + M_{ns} \\ &= 4236963.796 + 0 = 4236963.796 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

d. Menghitung M_{kap} pada balok beton bertulang yaitu :

$$\begin{aligned} M_{kap} &= \phi \cdot M_n \quad (\phi = \text{faktor reduksi kekuatan, diambil sebesar } 0,8) \\ &= 0,8 \cdot 4236963.796 = 3389571.036 \text{ N.m} = 3,390 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

Tabel .10. Hasil perhitungan M_{kap} balok beton bertulang

tras (%)	f'c (MPa)	fy (MPa)	Mn (N-mm)	Mkap (N-mm)	Mkap (kN-m)
0	25394	273.649	4236963.796	3389571.036	3.390
20	26172	273.649	4326603.542	3461282.833	3.461
40	22918	273.649	3943756.788	3155005.431	3.155
60	19877	273.649	3565158.077	2852126.462	2.852

Tabel .11. Hasil perbandingan momen pengujian dan momen teoritis

Tras (%)	Momen pengujian (kN-m)	Momen teoritis (kN-m)	Perbandingan	Keterangan
	m ₁	m ₂	m ₁ : m ₂	
0	4.679	3.390	1.380 : 1	m ₁ >m ₂
20	4.781	3.461	1.381 : 1	m ₁ >m ₂
40	4.581	3.155	1.452 : 1	m ₁ >m ₂
60	4.231	2.852	1.484 : 1	m ₁ >m ₂

Tabel .12. Hasil perbandingan selisih momen antara pengujian dengan teoritis

Tras (%)	Momen pengujian (kN-m)	Momen teoritis (kN-m)	Selisih momen (kN-m)	Perbandingan
	m_1	m_2	$ m_1 - m_2 = m_3$	$(m_3/m_2) \times 100\%$
0	4.679	3.390	1.289	38.024%
20	4.781	3.461	1.320	38.139%
40	4.581	3.155	1.426	45.198%
60	4.231	2.852	1.379	48.352%

Hasil momen yang terjadi pada pengujian perbandingannya jauh dari hasil teoritis. Hasil perbandingan selisih antara momen pengujian dengan momen teoritis berkisar antara 38,024% sampai 48,352%, sehingga dapat dinyatakan bahwa hasil penelitian tersebut valid (momen reel > momen teoritis).

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Kuat tekan maksimall tercapai pada variasi penambahan tras 20% sebesar 26,172 Mpa, dengan peningkatan sebesar 3,05% dari beton normal.
2. Kuat lentur maksimal tercapai pada variasi penambahan tras 20% sebesar 4,781 kNm, dengan peningkatan sebesar 2,13% dari beton normal.
3. Keruntuhan balok beton yang terjadi pada pengujian keseluruhan benda uji adalah keruntuhan lentur.karena terjadi retakan di tengah-tengah balok.
4. Momen lentur dari pengujian lebih besar dibanding momen lentur teoritis.

B. Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, disarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Kualitas pemakaian bahan dasar beton harus yang baik dan memenuhi syarat.
2. Bahan material beton yang akan digunakan, diusahakan pada kondisi SSD.
3. Pada pembuatan benda uji, permukaannya dibuat serata mungkin dikarenakan akan mempengaruhi hasil pengujian.

4. Dalam pemadatan benda uji balok, harus dilakukan dengan sungguh-sungguh dikarenakan akan membuat benda uji tersebut berongga.
5. Pemakaian tras jangan sampai tercampur oleh material lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, A. 2010. *Balok dan Pelat Beton Bertulang*. Penerbit GRAHA ILMU, Edisi Pertama, Yogyakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1971. *Persyaratan Beton Indonesia*. Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1982. *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia*. Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1989. *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A*. Yayasan LPMB, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1990. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Marjuki. 2010. *Penggunaan Tanah Tras dari Jatiyoso karanganyar Sebagai Pengganti Pasir untuk Penggunaan Sebagai Spesi*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Mulyono, T. 2004. *Teknologi Beton*. Penerbit ANDI, Yogyakarta.
- Nugraheni. 2007. *Pengaruh Penambahan Tras Muria Terhadap Kuat Tekan dan Serapan Air pada Bata Beton Pejal*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
- . Prasetyo, 2002, *Pengaruh Penambahan Tanah Tras Terhadap Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton yang Diberi Perawatan Tekanan Uap (steam curing)*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Tjokrodinuljo, K. 1996. *Teknologi Beton*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.